



Preparo de solo e coberturas vegetais na cultura do milho segunda safra inoculado com *Azospirillum brasilense*⁽¹⁾.

Daiene Camila Dias Chaves Corsini⁽²⁾; Orivaldo Arf⁽³⁾; Flávia Constantino Meirelles⁽⁴⁾; Caike de Souza Silva Silvério⁽⁴⁾, José Roberto Portugal⁽⁵⁾, Amanda Ribeiro Peres⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo de Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

⁽²⁾ Doutoranda; Faculdade de Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Ilha Solteira; Ilha Solteira – São Paulo; daieneagro@gmail.com; ⁽³⁾ Professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho –UNESP, Campus de Ilha Solteira; ⁽⁴⁾ Estudante da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho –UNESP, Campus de Ilha Solteira; ⁽⁵⁾ Doutorando da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho –UNESP, Campus de Ilha Solteira; ⁽⁶⁾ Doutoranda da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho –UNESP, Campus de Ilha Solteira.

RESUMO: O manejo do solo e utilização de coberturas vegetais, que são diferentes de acordo com a realidade de cada área produtora, podem definir o sucesso da cultura. O objetivo desse trabalho é avaliar o efeito do preparo de solo e coberturas vegetais no desenvolvimento e produtividade do milho segunda safra inoculado com *Azospirillum brasilense*. O projeto foi desenvolvido em área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, localizada no município de Selvíria – MS. Os sistemas de manejo do solo consistiram em: preparo com grade pesada + grade niveladora; preparo com escarificador + grade niveladora e; sistema plantio direto. As coberturas vegetais utilizadas foram nas culturas: *Crotalaria spectabilis* uso solteira, *Urochloa ruziziensis* uso solteira, e o consórcio entre a *C. spectabilis* e a *U. ruziziensis*. A inoculação de *Azospirillum brasilense* foi realizada na semente do milho e via foliar (estádio V₄). Durante a condução do experimento foram realizadas as seguintes avaliações nas coberturas vegetais: massa de matéria seca da parte aérea das coberturas vegetais; teor de N nas plantas; na cultura do milho: altura de plantas; diâmetro do colmo; massa seca das plantas; teor de N nas folhas; massa de espiga; massa de cem grãos (g) e produtividade de grãos. A *U. ruziziensis* tem maior massa seca de plantas nos três sistemas de preparo de solo. O teor de nitrogênio na *C. spectabilis* é superior às demais cobertura vegetais, independente do preparo do solo. Altura de plantas de milho é superior no preparo com grade pesada. A produtividade de grãos de milho no sistema plantio direto é superior aos outros preparos.

Termos de indexação: plantas de cobertura; *Zea mays* L., plantio direto.

INTRODUÇÃO

O cenário do milho segunda safra nos últimos anos tem se modificado, visto que na década de 1980, era pouco representativo, associado a baixas produtividades. Porém, devido ao alcance de

avanços tecnológicos, tornou-se uma das culturas com maior crescimento em produtividade e expansão de área cultivado no Brasil.

Já para o manejo físico, químico e biológico do solo, tem sido preconizado o sistema de rotação de culturas. Do ponto de vista da física do solo, tem-se estimulado a adoção da rotação de culturas para manter e/ou aumentar os teores de matéria orgânica, criar poros biológicos, melhorar a estrutura e manter palha suficiente na superfície do solo (Andrade; Stone; Silveira, 2009).

Para a manutenção de altas produtividades por um tempo ilimitado, é necessário que as diferentes práticas de manejo do solo mantenham as características físicas, químicas e biológicas do solo. A utilização do sistema de plantio direto se tornou atualmente uma ferramenta sustentável para conservação do solo e recursos hídricos nos países de clima tropical. No entanto, o cultivo convencional do solo pelo revolvimento superficial por implementos como grades e arados, é uma realidade, especialmente em áreas degradadas ou com problemas de compactação do solo.

Na cultura do milho, os resultados referentes aos diferentes manejos do solo são bastante diferenciados. Maiores rendimentos de milho no sistema de plantio direto, em relação a outros sistemas de manejo do solo, foram relatados por Possamai et al. (2001), e menores, por Fancelli; Favarin (1989). Portanto tecnologias que otimizem o desenvolvimento e produtividade da cultura do milho segunda safra em diferentes sistemas de manejo do solo, são fundamentais para o sucesso do cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, com altitude de 335 metros. O solo local é do tipo Latossolo Vermelho-escuro, epi-eutrófico álico, textura argilosa. A precipitação média anual é de 1.370 mm, a temperatura média anual é de 23,5°C e a umidade relativa do ar entre 70 e 80% (média anual).

A área experimental teve os sistemas de manejo



do solo instalados no ano agrícola 1997/98. No período de verão de 2008/09, 2009/10 e 2010/11 a área foi cultivada com milho em 2011/12 e 2012/13 a área foi cultivada com arroz. No inverno de 2008/09, 2009/10 e 2010/11 a área ficou em pousio e nos anos agrícolas de 2011/12 e 2012/13 foi cultivado o feijão. Já na primavera dos anos de 2009/10, 2010/11 e 2011/12 a área foi semeada com *Pennisetum glaucum*, *Crotalaria juncea* e o consórcio *P. glaucum* + *C. juncea*.

Tratamentos e amostragens

As coberturas vegetais utilizadas foram nas culturas: *Crotalaria spectabilis* uso solteira, *Urochloa ruziziensis* uso solteira, e o consórcio entre a *Crotalaria spectabilis* e a *Urochloa ruziziensis*. Com espaçamento de 0,17 m entre si, com densidades de 40 kg ha⁻¹, para ambas espécies. O solo foi preparado após as coberturas vegetais serem manejadas mecanicamente. O preparo com escarificador + grade niveladora foi realizado com escarificador de sete hastes à profundidade de trabalho de 35 cm e com grade 32 x 20 à profundidade aproximada de 10 cm, respectivamente.

O preparo do solo com grade pesada + grade niveladora foi realizado com grade 14 x 32 a profundidade de 20 cm e com grade 32 x 20 a profundidade de 10 cm, respectivamente. O manejo no sistema plantio direto ficou restrito somente a desintegração mecânica das coberturas vegetais.

O híbrido utilizado foi DKB 390 PRO 2D, as sementes de milho já estavam tratadas com 0,2 ml de deltametrina, 0,8 ml de pirimifós-metilico, 3,75 ml de fludioxonil, 1,5 ml de metalaxil-M, 0,14 de polioxi-etileno aquil fenol éter para cada 100 kg de semente. Foi realizada a inoculação com *Azospirillum brasilense* nas sementes (tratamentos com inoculação), com quantidade de 100 ml de inoculante comercial. A aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar foi realizada quando o milho encontrava-se na fase V₄, com a aplicação de 200 ml ha⁻¹.

A adubação de cobertura foi realizada 20 DAE (dias após a emergência) com aplicação de 50 kg de N ha⁻¹, utilizando o fertilizante sulfato de amônio.

Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em um esquema fatorial 3x3 com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelo preparo de solo (grade pesada + grade niveladora, escarificador + grade niveladora, sistema plantio direto) e por três tipos de coberturas vegetais (*C. spectabilis*, *U. ruziziensis*, *C.*

spectabilis + *U. ruziziensis*).

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância. Constatado resultado significativo pelo teste F (p<0,01 e p<0,05), foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey (p<0,05) para as coberturas vegetais e inoculação de sementes. O programa estatístico Sisvar será utilizado nas análises estatísticas (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A *U. ruziziensis* proporcionou ao três preparos de solo uma massa seca de plantas superior às demais coberturas vegetais, acima de 6 toneladas (Figura 1), o que segundo Heckler; Salton (2002) é uma quantidade de massa seca sobre a superfície adequada, principalmente para o sistema plantio direto, com os quais se consegue uma boa cobertura do solo. O teor de nitrogênio nas coberturas vegetais (Figura 2) foi superior na *C. spectabilis* independente do preparo do solo, o que já era esperado, pois as leguminosas fixam N₂ da atmosfera e acumulam na sua massa vegetal.

A altura de plantas de milho (Tabela 1) foi superior no preparo de solo com grade pesada em comparação ao plantio direto, isso pode ser devido a maior capacidade do sistema radicular do milho no preparo com grade pesada, como também uma melhor absorção de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea o que refletiu na altura de plantas. Corroborando com Fancelli e Dourado Neto (2008) e FOLONI et al. (2003) que relatam a existência de uma relação entre a compactação do solo com o desenvolvimento radicular e altura de plantas de milho, pois a descompactação do solo, com grade, durante seu preparo permite que a planta possa explorar maior volume de solo com o maior desenvolvimento radicular e, conseqüentemente, refletindo na parte aérea. Os valores médios de massa seca parte aérea e o teor de nitrogênio em plantas de milho (Tabela 1) não foram influenciados pelas plantas de cobertura e pelos preparos do solo, assim como a massa de cem grãos (Tabela 2),

O valor médio de massa de espiga (Tabela 2) foi superior no sistema plantio direto, característica que refletiu na produtividade de grãos. SILVA (2000) notou uma tendência de maiores produtividades no plantio direto e menor no preparo convencional, estando o cultivo mínimo com produtividade intermediária.

Já para os tratamentos com as plantas de cobertura (Tabela 1 e Tabela 2), os fatores agrônômicos da cultura do milho não foram influenciados, mesmo a *C. spectabilis* tendo um maior teor de nitrogênio, esse fato não refletiu no desenvolvimento e produtividade do milho, que pode



ser devido a inoculação do milho com *A. brasilense* em todos os tratamentos, essa bactéria promove o crescimento de plantas e fixa nitrogênio atmosférico fornecendo a cultura.

Tabela 1 – Altura de plantas (ALTP), massa seca parte aérea (MSPA), teor de nitrogênio (TNP) em plantas de milho segunda safra cultivado após coberturas vegetais em diferentes preparos de solo. Selvíria (MS), 2014.

TRATAMENTOS	ALTP (m)	MSPA (g)	TNP (g kg ⁻¹)	
Preparo do solo				
Grade pesada	1,98 a	466	28	
Escarificador	1,91 ab	497	30	
Plantio direto	1,86 b	467	30	
DMS	0,08	-	-	
Coberturas vegetais				
<i>Crotalaria spectabilis</i>	1,93	504	30	
<i>Urochloa ruziziensis</i>	1,92	482	29	
<i>Crotalaria</i> + <i>Urochloa</i>	1,90	444	29	
DMS	-	-	-	
Valor de F	P	6,03**	0,82 ^{ns}	0,68 ^{ns}
	C	0,39 ^{ns}	2,37 ^{ns}	0,35 ^{ns}
	P*C	0,24 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,60 ^{ns}
CV (%)	4,11	14,20	9,81	
Média Geral	1,92	477	29	

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey

Tabela 2 – Massa de cem grãos (MCG), massa de espigas (ME), produtividade de grãos (PROD) em plantas de milho segunda safra cultivado após coberturas vegetais em diferentes preparos de solo. Selvíria (MS), 2014.

TRATAMENTOS	MCG (mm)	ME (g)	PROD (kg ha ⁻¹)	
Preparo do solo				
Grade pesada	24	109 b	3635 ab	
Escarificador	27	120 ab	3054 b	
Plantio direto	26	129 a	4035 a	
DMS	-	17	540	
Coberturas vegetais				
<i>Crotalaria spectabilis</i>	25	123	3486	
<i>Urochloa ruziziensis</i>	27	118	3647	
<i>Crotalaria</i> + <i>Urochloa</i>	25	119	3591	
DMS	-	-	-	
Valor de F	P	0,87 ^{ns}	4,26*	7,68*
	C	0,65 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,21 ^{ns}
	P*C	2,05 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,22 ^{ns}
CV (%)	17,35	13,82	17,25	
Média Geral	26	120	3575	

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa CV = coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey

CONCLUSÕES

A *Urochloa ruziziensis* tem maior massa seca de plantas nos três sistemas de preparo de solo.

O teor de nitrogênio na *Crotalaria spectabilis* é superior às demais cobertura vegetais, independente do preparo do solo.

Altura de plantas de milho é superior no preparo com grade pesada.

A produtividade de grãos de milho no sistema plantio direto é superior.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo FAPESP pela concessão de bolsa de doutorado a primeira autora e financiamento do trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. e SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4:411-418, 2009.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2. ed. Piracicaba: Livrocere, 2004. p. 21-97.

FANCELLI, A.L.; FAVARIN, J.L. Desempenho da cultura do milho em plantio direto e convencional. In: FANCELLI, A.L. (Coord.). Plantio direto no Estado de São Paulo. Piracicaba: Esalq, 1989. p.174-175.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, v.6, p.36-41, 2008

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. de. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 38, n. 8, p. 947-953, ago. 2003.

HECKLER, J. C.; SALTON J. C. Palha: fundamento do Sistema Plantio Direto. Coleção Sistema Plantio Direto. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26p.

POSSAMAI, J. M. et al. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. Bragantia, 2:79-82, 2001.

SILVA, A. R. B. Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo de solo. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

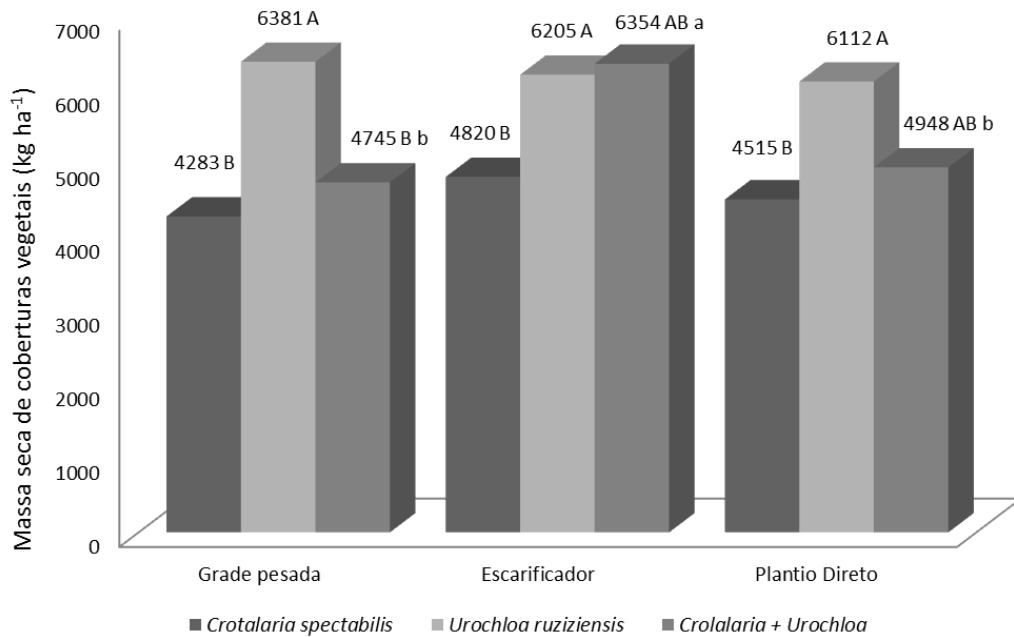


Figura 1 – Massa seca de coberturas vegetais (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruziziensis*) cultivadas anteriormente ao milho em diferentes preparos de solo. Selvíria (MS), Brasil, 2014. Letras maiúsculas coberturas vegetais dentro de preparo de solo, e letras minúsculas preparo de solo dentro de coberturas vegetais. Médias seguidas por letra minúsculas e maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

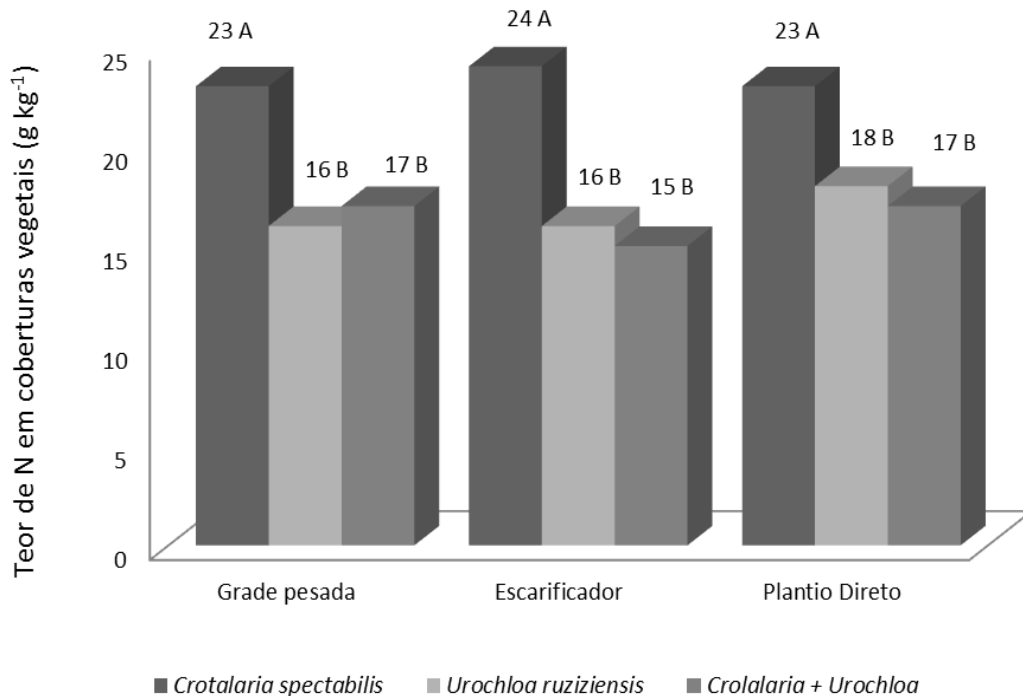


Figura 2 – Teor de nitrogênio em coberturas vegetais (*Crotalaria spectabilis*, *Urochloa ruziziensis* e *Crotalaria spectabilis* + *Urochloa ruziziensis*) cultivadas anteriormente ao milho em diferentes preparos de solo. Selvíria (MS), 2014. Letras maiúsculas coberturas vegetais dentro de preparo de solo. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.